INFLUENCIA DE ALGUNOS MACROELEMENTOS (P,K,N) Y DE ELEMENTOS OLIGODINAMICOS, SUMINISTRADOS POR RIEGO Y POR ASPERSION, EN EL RINDE Y CONTENIDO DE SACAROSA EN LA CAÑA DE AZUCAR[1]

(Ensayo de orientación)

Por I. MOGILNER[2], G. A. ORIOLI[3], A. HENAIN[4] y D. F. de VIDOMLANSKY[5]

INTRODUCCION

Los resultados de varios años de experimentación realizada por IAKUSHKIN et al. (1) demostraron que con aspersiones de ClK o superfosfato suministradas antes de la cosecha se obtenía un aumento del 1 % de sacarosa en la remolacha azucarera. Simultáneamente aumentó significativamente el rinde. Este resultado fue confirmado posteriormente en ensayos realizados a campo en condiciones de gran cultivo, utilizando 50 kg de P_2O_5 (300 kg de superfosfato) por Ha. solubilizados en 2.000-2.500 litros de H_2O, realizando la aspersión tres semanas antes de la cosecha de la remolacha azucarera. IAKUSHKIN demostró que estos resultados eran debidos a la traslación de los hidratos de carbono que se encuentran en la hoja y que en el momento de la cosecha representan el 15-20 % del total de hidratos de carbono de la planta y también el aumento de la actividad sintética de las hojas que en el momento de la cosecha se hallan en plena actividad.

VLASIUK et al. (6), obtuvieron un significativo aumento en el rinde de remolacha, papa, maíz y otros cereales con aspersiones de $MnSO_4$ (0,05 %-0,1 %) y también con superfosfato (en la proporción 1:10 con H_2O suministradas antes de la cosecha).

SHKOLNIK et al. (4) demostraron la influencia positiva del B, Mo, Mn, Ca y Zn en la traslación de los hidratos de carbono en maíz.

[1] Trabajo realizado en el Instituto de Botánica Aplicada.
[2] Profesor titular de Fisiología Vegetal.
[3] Jefe de Trabajos Prácticos de Fisiología Vegetal.
[4] Profesor interino de Cultivos Subtropicales. II Parte.
[5] Jefe de Trabajos Prácticos de Edafología.

TIMASHOV [5], suministrando repetidas aspersiones (cuatro cada dos semanas a plantas de papa, con $NiSO_4$ y molibdato de sodio a la concentración de 0,0001 M). obtuvo un aumento en el rinde de tubérculos del 14 % cuando se suministró Mo, y del 12 % con el Ni.

RAJAT DE y RANBIR SINGH [3], en un ensayo realizado durante dos años en caña de azúcar a la que se le suministró distintas dosis de microelementos (Fe, Cu, Mn, Zn, B) aplicándolos en el suelo o por aspersión, obtuvieron los siguientes resultados: a) La aplicación de los microelementos al suelo no tuvo ningún efecto positivo, coincidiendo esto con los resultados obtenidos anteriormente por BORDEN. b) La aspersión con Fe y la aspersión con todos los microelementos combinados aumentó considerablemente el rinde en los dos años, aunque este aumento no alcanzó el nivel de la significancia. c) En ambos años la aspersión con B y la aspersión de todos los elementos combinados mejoró significativamente la calidad del jugo. El contenido de sacarosa del jugo y el coeficiente de pureza fue respectivamente 2,5 y 6,4 unidades más alto que el testigo (análisis realizado a los 8 meses de plantada la caña). Pero este mejoramiento en la calidad del jugo no persistió, pues en los análisis realizados a los 12 meses de plantadas las cañas, los valores de las variantes con B fueron los mismos que los del testigo.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo se realizó sobre la variedad de caña de azúcar Co 421. Se utilizaron parcelas de 5 metros de largo con una distancia entre ellas de 1,60 metros.

El análisis del suelo donde se realizó el ensayo se da en la Tabla N° 1.

La caña fue plantada el 21/8/59.

Las variantes utilizadas fueron:

1 — Testigo
2 — una pulverización con H_2O destilada.
2′ — dos pulverizaciones » » »
3 — una pulverización con H_3BO_3 al 0,005 %.
3′ — dos pulverizaciones » » » »
4 — una pulverización » » » 0,05 %.
4′ — dos pulverizaciones » » » »
5 — una pulverización » » » 0,1 %.
5′ — dos pulverizaciones » » » »
6 — una pulverización » $MnSO_4$ al 0,005 %.
6′ — dos pulverizaciones » » » »
7 — una pulverización » » » 0,05 %.
7′ — dos pulverizaciones » » » »

8 — una pulverización » » » 0,1 %.
8' — dos pulverizaciones » » » »
9 — una pulverización » $(NH_4)_2MoO_4$ al 0,005 %.
9' — dos pulverizaciones » » » »
10 — una pulverización » » » 0,05 %
10' — dos pulverizaciones » » » »
11 — una pulverización » » » 0,1 %.
11' — dos pulverizaciones » » » »
12 — una pulverización » $CuSO_4$ al 0,005 %.
12' — dos pulverizaciones » » » »
13 — una pulverización » » » 0,05 %.
13' — dos pulverizaciones » » » »
14 — una pulverización » » » 0,1 %.
14' — dos pulverizaciones » » » »
15 — una pulverización » $ZnSO_4$ al 0,005 %.
15' — dos pulverizaciones » » » »
16 — una pulverización » » » 0,05 %.
16' — dos pulverizaciones » » » »
17 — una pulverización » » » 0,1 %.
17' — dos pulverizaciones » » » »
18 — una pulverización » $NiSO_4$ al 0,005 %.
18' — dos pulverizaciones » » » »
19 — una pulverización » » » 0,05 %.
19' — dos pulverizaciones » » » »
20' — una pulverización » » » 0,1 %.
20' — dos pulverizaciones » » » »
21 — una pulverización » urea al 0,4 %.
21' — dos pulverizaciones » » » »
22 — una pulverización » $(NH_4)_2SO_4$ al 0,5 %.
22' — dos pulverizaciones » » » »
23 — una pulverización » H_3PO_4* al 0,3 %.
23' — dos pulverizaciones » » » »
24 — una pulverización » KCl al 0,3 %.
24' — dos pulverizaciones » » » »
25 — Testigo, riego de las estacas en el surco al ser plantadas, con H_2O destilada.
26 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución de H_3BO_3 1 Kg/Ha.
27 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución de $MnSO_4$ 1 Kg/Ha.
28 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $(NH_4)MoO_4$ 1 Kg/Ha.
29 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $CuSO_4$ 1 Kg/Ha.

* Las soluciones de H_3PO_4 se llevaron a pH 5 con $NH_4.OH$.

TABLA N° 1. — *Análisis del suelo.*

Profundidad de la muestra	pH		Materia orgánica %	P		N g %	Ca g %	K g %
	actual	de cambio		Disponible mg %	Total mg %			
de 0 a 3,0 cm.	de 6,3 a 6,7	de 5,2 a 5,7	de 0,14 a 0,40	de 0,79 a 1,12	de 7,4 a 12,4	de 0,015 a 0,02	de 0,00413 a 0,0123	de 0,04 a 0,06
de 0,30 a 0.69	de 6,1 a 6,8	de 4,8 a 5,8	de 0,14 a 0,44	de 0.69 a 1,18	de 7,4 a 9,1	de 0,013 a 0,039	de 0,00619 a 0,0206	de 0,05 a 0,10
de 0,60 a 0,90	de 5,6 a 6,6	de 4,3 a 5.2	de 0,39 a 0,52	de 0,95 a 1,46	de 6,6 a 9,1	de 0,013 a 0.035	de 0,00826 a 0,0227	de 0,10 a 0,20

Se hicieron ánalisis de 4 perfiles.
El pH va de ácido a debilmente ácido.
Todos los perfiles de color rojizo, aumentando con la profundidad.
Horizonte superficial arenoso y los siguientes areno-arcillosos.
En general, pobre en todos los elementos y en materia orgánica, excepto en K.

30 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $ZnSO_4$ 1 Kg/Ha.
31 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $NiSO_4$ 1 Kg/Ha.
32 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución H_3BO_3 $\frac{1}{2}$ Kg/Ha.
33 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $MnSO_4$ $\frac{1}{2}$ Kg/Ha.
34 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $(NH_2)MoO_4$ $\frac{1}{2}$ Kg/Ha.
35 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $CuSO_4$ $\frac{1}{2}$ Kg/Ha.
36 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $ZnSO_4$ $\frac{1}{2}$ Kg/Ha.
37 — Riego de las estacas en el surco, al ser plantadas, con solución $NiOS_4$ $\frac{1}{2}$ Kg/Ha.

Las variantes a las que se les suministró los distintos elementos por aspersión fueron pulverizadas (las que recibieron una sola aspersión) el 22/4/60; a los 7 meses de ser plantada la caña.

Las variantes tratadas con 2 aspersiones, fueron pulverizadas la primera vez el 22/4/60 y la segunda vez el 2/9/60 (dos meses aproximadamente antes de la cosecha).

Al hacer la aspersión se aislaba la parcela tratada con lonas.

Las determinaciones de la cantidad de jugo y del % de sacarosa se realizaron en la parte basal de la caña (se desechó el segmento de 20 cm a partir de la base y se tomaron para las determinaciones los 20 cm siguientes). Para los análisis en cada variante se utilizaron 6 tallos, tomados al azar en los 5 m de la parcela. Se tomaron los 20 cm correspondientes de cada tallo y se extrajo conjuntamente el jugo de los 6 trozos por medio de una prensa.

Los análisis para determinar el % de sacarosa se hicieron sobre 10 ml de jugo (2 análisis en cada variante).

La determinación de la sacarosa se realizó por el "Método electrométrico modificado para determinación de azúcares reductores" (2).

Las determinaciones del jugo de las distintas variantes se realizaron entre el 10/II/60 y el 24/II/60, es decir, en un lapso de 14 días. En ese intervalo al testigo se lo analizó varias veces para ver si variaba, hallándose una variación entre los valores extremos de aproximadamente 1 g de peso verde de caña.

TABLA N° 2. — *Resultados obtenidos*

Variantes	c.c. de jugo en 100 g de peso verde	Gramos de sacarosa en 100 c.c. de jugo	Gramos de sacarosa en 100 g de peso verde	Diferencia entre el testigo en blanco y las variantes. Gramos de sacarosa en 100 g de peso verde
1	38,50	19,60	7,55	—
2	42,05	21,75	9,15	+ 1,60
2′	37,10	19,60	7,27	— 0,28
3	48,40	21,28	10,30	+ 2,75
3′	36,30	18,86	6,85	— 0,70
4	34,60	22,61	7,85	+ 0,30
4′	35,45	20,41	7,24	— 0,31
5′	39,80	22,40	8,93	+ 1,38
5′	37,20	19,27	7,17	— 0,38
6	39,90	22,52	8,97	+ 1,42
6′	36,00	18,50	6,66	— 0,89
7	38,70	20,83	8,06	+ 0,51
7′	36,30	22,20	8,05	+ 0,50
8	48,20	22,52	10,84	+ 3,29
8′	42,30	21,28	9,00	+ 1,45
9	43,30	21,55	9,75	+ 2,20
9′	41,66	19,27	8,03	+ 0,48
10	33,00	21,28	7,04	— 0,51
10′	41,50	21,14	8,78	+ 1,23
11	40,20	21,73	8,73	+ 1,18
11′	39,32	21,55	8,37	+ 0,82
12	40,80	20,41	8,35	+ 0,80
12′	50,34	22,72	11,43	+ 3,88
13	46,80	21,05	9,90	+ 2,35
13′	47,90	21,73	10,41	+ 2,86
14	39,70	21,28	8,45	+ 0,90
14′	49,31	22,52	10,94	+ 3,39
15	36,90	21,28	7,86	+ 0,31
15′	53,88	21,76	11,72	+ 4,17

Tabla N° 2. — *Conclusión*

Variantes	c.c. de jugo en 100 g de peso verde	Gramos de sacarosa en 100 c.c. de jugo	Gramos de sacarosa en 100 g de peso verde	Diferencia entre el testigo en blanco y las variantes. Gramos de sacarosa en 100 g de peso verde
16	35,20	20,60	7,26	— 0,29
16′	50,43	20,00	10,08	+ 2,53
17	29,20	21,28	6,22	— 1,33
17′	51,59	20,00	10,32	+ 2,77
18	30,50	21,05	6,43	— 1,12
18′	43,45	18,34	7,96	+ 0,41
19	32,90	20,83	6,85	— 0,70
19′	47,72	20,00	9,54	+ 1,99
20	34,80	22,72	7,92	+ 0,37
20′	44,58	21,05	9,38	+ 1,83
21	36,60	21,76	7,96	+ 0,41
21′	35,26	20,83	7,33	— 0,22
22	33,80	20,83	7,05	— 0,50
22′	39,50	21,75	8,60	+ 1,05
23	30,60	22,02	6,74	— 0,81
23′	40,20	21,75	8,73	+ 1,18
24	34,65	21,28	7,38	— 0,17
24′	43,75	20,83	8,91	+ 1,36
25	35,70	21,05	7,52	— 0,03
26	31,80	22,72	7,22	— 0,33
27	37,60	22,52	8,48	+ 0,93
28	35,50	21,28	7,56	+ 0,01
29	36,30	20,83	7,57	+ 0,02
30	36,70	20,83	7,65	+ 0,10
31	35,80	19,27	6,90	+ 0,65
32	34,70	20,83	7,24	— 0,31
33	38,40	18,86	7,25	— 0,30
34	40,40	19,27	7,80	+ 0,25
35	35,70	17,75	6,37	— 1,18
36	33,90	16,95	5,75	— 1,80
37	32,40	17,27	6,25	— 1,30

TABLA N° 3. —*Rinde en caña verde deshojada y despuntada en Kg*
(Parcelas de 5 m de longitud.)

Variantes	Kg de caña por parcela	N° de macollos por parcela	Peso promedio de 1 macollo en Kg
1	39,750	68	0,585
2	36,600	51	0,716
2′	26,400	44	0,600
3	34,700	47	0,737
3′	31,400	43	0,728
4	48,050	54	0,892
4′	36,500	48	0,762
5	36,350	47	0,772
5′	27,100	41	0,661
6	55,000	69	0,796
6′	33,700	48	0,703
7	34,100	68	0,503
7′	35,250	47	0,751
8	41,600	52	0,798
8′	32,000	45	0,710
9	47,600	60	0,793
9′	34,900	44	0,793
10	41,100	55	0,747
10′	42,400	48	0,882
11	46,450	48	0,965
11′	24,000	33	0,727
12	46,650	52	0,866
12′	42,850	46	0,930
13	47,850	55	0,867
13′	56,050	55	1,021
14	83,550	77	1,085
14′	48,800	50	0,977
15	79,100	78	1,014
15′	51,250	59	0,868
16	68,250	75	0,911
16′	58,600	68	0,862
17	75,600	78	0,970
17′	34,600	45	0,768

Tabla Nº 3. — *Conclusión*

Variantes	Kg de caña por parcela	Nº de macollos por parcela	Peso promedio de 1 macollo en Kg
18	73,450	70	1,048
18′	39,750	41	0,970
19	124,350	122	1,020
19′	73,350	72	1,018
20	48,950	68	0,717
20′	60,600	80	0,758
21	66,750	82	0,583
21′	38,800	42	0,923
22	36,800	44	0,835
22′	34,500	36	0,884
23	39,500	47	0,839
23′	39,800	48	0,830
24	61,550	64	0,963
24′	51,700	53	0,976
25	42,150	46	0,905
26	40,600	45	0,892
27	41,630	48	0,858
28	31,825	38	0,840
29	79,900	85	0,938
30	50,900	55	0,924
31	51,700	54	0,955
32	64,350	70	0,918
33	61,200	71	0,861
34	62,450	73	0,854
35	58,350	69	0,845
36	74,150	81	0,915
37	65,550	74	0,886

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA APLICACION DEL METODO DE Ji^2 A LAS VARIANTES QUE DIERON UNA MAYOR DIFERENCIA CON SUS RESPECTIVOS TESTIGOS

CANTIDAD DE JUGO EN 100 g DE PESO VERDE *

Variantes	2'	12'	
c.c. de jugo en 100 g. de P. V.	37,10	50,34	$Ji^2 = 2,004$

Variantes	2'	14'	
c.c. de jugo en 100 g. de P. V.	37,10	49,31	$Ji^2 = 1,722$

Variantes	2'	15'	
c.c. de jugo en 100 g. de P. V.	37,10	53,88	$Ji^2 = 3,100$

Variantes	2'	16'	
c.c. de jugo en 100 g. de P. V.	37,10	50,43	$Ji^2 = 2,026$

Variantes	2'	17'	
c.c. de jugo en 100 g. de P .V.	37,10	51,59	$Ji^2 = 2,364$

* Es constumbre considerar significativo todo ji al cuadrado cuyo valor exceda de 3,841. Los valores de ji al cuadrado obtenidos, varían entre una probabilidad próxima al 5 % para el valor 3,100; y próxima al 20 % para el valor 1,722. (SNEDECOR, G. W. Métodos de Estadística. Su aplicación a experimentos en Agricultura y Biología. Traducido por el Ing. Agr. A. E. MARINO. Acme Agency, 1948. Buenos Aires. Pg. 224, Valores de Ji al cuadrado).

Gramos de sacarosa en 100 c.c. de jugo

Los valores de Ji^2, de las variantes que tienen una mayor diferencia con sus respectivos testigos, oscilan entre 0,008 y 0,230.

Los valores de ji al cuadrado obtenidos varían entre una probabilidad próxima al 95 % para el valor 0,008 y entre 70 % y 50 % para el valor 0,230. (Snedecor, G. W., 1948, obra citada, pg. 224).

Gramos de sacarosa en 100 g. de peso verde *

Variantes	2′	12′	
Gramos de sacarosa en 100 g. de P. V.	7,27	11,43	$Ji^2 = 0,926$

Variantes	2′	14′	
Gramos de sacarosa en 100 g. de P. V.	7,27	10,94	$Ji^2 = 0,736$

Variantes	2′	15′	
Gramos de sacarosa en 100 g. de P. V.	7,27	11,72	$Ji^2 = 1,038$

Variantes	2′	16′	
Gramos de sacarosa en 100 g. de P. V.	7,27	10,08	$Ji^2 = 0,442$

Variantes	2′	17′	
Gramos de sacarosa en 100 g. de P. V.	7,27	10,32	$Ji^2 = 0,524$

* Los valores de ji al cuadrado hallados varían entre una probabilidad muy próxima al 50 % para el valor 0,442 y muy próxima al 30 % para el valor 1,038 (Snedecor, G. W. 1948. pg. 224, obra citada).

CONCLUSIONES

El haber realizado una sola parcela para cada tratamiento explicaría en parte las diferencias halladas, pero creemos que no todas pueden ser imputadas a esta circunstancia.

Creemos que es factible sacar de este ensayo de orientación las siguientes conclusiones:

a) Evidentemente, el riego de las estacas con las soluciones al realizarse la plantación, no da resultados positivos.

b) De las aspersiones con microelementos, las que han dado mayor aumento en el contenido en sacarosa en relación con el testigo son las realizadas con $CuSO_4$ y $ZnSO_4$ (2 aspersiones).

Este aumento en el contenido de sacarosa fue debido a un aumento en la cantidad de jugo por ciento de peso verde.

c) No se han obtenido resultados promisorios con las aspersiones de H_3PO_4 y KCl. Esta contradicción en los resultados obtenidos por otros autores quizá sea debido a la baja concentración utilizada.

Creemos que como corolario se puede decir que los resultados obtenidos con las aspersiones de $CuSO_4$ y $ZnSO_4$ son muy promisorios y que debe realizarse un ensayo con las adecuadas repeticiones centrando la atención en estos microelementos (Cu, Zn). Se debe extraer el jugo de toda la caña apta y hacer el análisis del contenido de sacarosa en una muestra del jugo obtenido y no del de un trozo de caña (lo que no se realizó en este ensayo por no disponer de un trapiche experimental).

También sería interesante ensayar mayores concentraciones de P y K.

RESUMEN

Se estudió el efecto que produce en el rinde y en el contenido de sacarosa elementos suministrados por riego y por aspersión.

Se observó que el riego de las estacas con las soluciones, realizado en el momento de la plantación, no dio resultados positivos en el aumento del contenido de sacarosa, mientras que la aplicación de dos aspersiones, la primera realizada después del macollaje, y la segunda aproximadamente un mes antes de la cosecha, utilizando soluciones de $CuSO_4$ y $ZnSO_4$ en concentraciones de 0,005 %, dio resultados promisorios.

SUMMARY

It was studied the effects that in renders and content of saccharose in sugarcane produces the application of various doses of some macro and minor elements supplied by irrigation and by aspersion.

It was observed that the irrigation of the stakes with the solutions, when the operation is performed in the moment of the plantation, does not give positive results in the increase of the saccharose content; while the application of two aspersiones (the first one realized after shooting and the second, more or less a month before the harvest was done) in which solutions of $CuSO_4$ and $ZnSO_4$ in the concentration of 0.005 % are employed, give promisory results.

BIBLIOGRAFIA

(1) IAKUSHKIN, I. V., and M. M. EDELSHTEIN. 1952. — *Agrobiologuiia* nº 4, 106. Citado por RUBIN, B. A., 1956. *Fisiología vegetal*, 2, 103. Editorial del Estado «Ciencia Soviética». Moscú.

(2) KOHAN, TERESA. 1959. — Método electrométrico modificado para determinación de azúcares reductores. *Revista de Investigaciones Agrícolas.* INTA. Tomo 13, nº 2.

(3) RAJAT, D., and RANBIR SING. 1960. — *Soil Science*, Vol. 89, nº 2.

(4) SHKOLNIK, M. IA., and S. A. ABDURASHITOV. 1958. — *Fisiologuiia Rastieni*, 5, nº 5.

(5) TIMASHOV, N. D. 1959. — *Fisiologuiia Rastieni*, Vol. 6, nº 3.

(6) VLASIUK, P. A., et al. 1954. — *Boletín de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S.* (serie biológica), nº 3, 19. Citado por RUBIN, B. A. 1956, «Fisiología Vegetal», 2, 104. Editorial del Estado «Ciencia Soviética». Moscú.